

1.Савиловский В.В., Джалалов М.Н., Савиловский А.В., Муляр А.Н. Энергоаудит и термомодернизация зданий // Будівництво. – 2010. – № 6. – С.3-7.

2.Савиловский В.В. Методологические принципы организационно-технологического проектирования реконструкции гражданских зданий: Дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.08 / Савиловский Владимир Викторович. – Харьков, 2011. – 404 с.

Получено 26.06.2011

УДК 528.482

Г.І.КОБА, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

СПОСІБ ВИВІРКИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТОВАНИХ ВИСОТНИХ БУДИНКІВ ЗА ВЕРТИКАЛЛЮ В УСКЛАДНЕНИХ СИТУАЦІЙНИХ УМОВАХ

Розглядається сучасне геодезичне забезпечення вивірки геометричних параметрів споруд в різних зовнішніх ситуаційних умовах. Пропонується новий спосіб вивірки геометричних параметрів експлуатованих висотних будинків за вертикаллю в ускладнених для спостережень зовнішніх ситуаційних умовах.

Рассматривается современное геодезическое обеспечение выверки геометрических параметров сооружений в различных внешних ситуационных условиях. Предлагается новый способ выверки геометрических параметров эксплуатируемых высотных зданий по вертикали в стесненных для наблюдений внешних ситуационных условиях.

Modern geodesic ensuring of structures geometric parameters checking in various external situational conditions is described. A new method of geometrical parameters checking of high-rise buildings under operation on a vertical in limited to observe confined external conditions is introduced.

Ключові слова: будівельні конструкції, експлуатація, деформація, спосіб вивірки, ускладнені умови, рамка-шаблон, вертикальне проектування, геодезичні прилади.

У процесі будівництва й експлуатації тиск маси споруди, особливо висотної, призводить до ущільнення ґрунту під фундаментом, тобто до її осідання. Осідання споруди може відбуватися ще з багатьох різних причин, таких як: зміни рівня ґрунтових вод, карстових і зсувних явищ, прокладання ліній метрополітену і шахт, роботи важких механізмів на поряд розміщеному будівельному майданчику, від вітрових навантажень тощо.

Якщо переміщення різних точок конструкцій споруди не однакові за величиною і напрямом, то це призводить до зміни форми і розмірів конструкції, тобто до її деформації. Абсолютно нерухомих і недеформованих конструкцій споруд не буває.

Спостереження за зсувами, осіданнями і деформаціями споруд мають велике значення для визначення міцності та стійкості споруди, для своєчасного запобігання їх руйнування або своєчасного сигналу про

настання аварійного стану.

Збірні великопанельні будинки, побудовані десятки років тому, в недалекому майбутньому вичерпають свій гарантійний (безпечний) строк експлуатації, який був встановлений розрахунковим шляхом і декілька разів уточнювався.

Виникає питання: що робити в подальшому з цими численними житловими будинками, які відслужили свій строк? Тут є два шляхи вирішення проблеми: збільшити строк служби будинків шляхом підсилення їх конструкцій для надійної і безпечної роботи або знести їх і побудувати нові. Другий шлях потребує більше витрат.

Для того, щоб підсилити конструкцію, треба завчасно провести всебічне обстеження стану таких об'єктів. Для чого, в першу чергу, слід провести інструментальну перевірку (вивірку) геометричних параметрів експлуатованих споруд. Встановити можливі відхилення від проектного положення (від прямовисності, прямолінійності тощо) або від результатів раніше проведених виконавчих знімків і порівняти їх з граничними величинами, які встановлені нормативними документами (БНіП, ГОСТ) і зробити відповідні висновки [7, 8].

Способи і точність інструментальної перевірки стану фактичної просторової геометрії (конфігурації) споруди можуть бути різними залежно від поставлених задач.

Для спостереження за переміщеннями і деформаціями споруд використовують наступні методи:

- геодезичні;
- фотограмметричні;
- лазерне сканування;
- ручні (натурні).

Залежно від технології і точності виконання робіт з дослідження геометричних параметрів споруд можна ефективно використовувати широкий спектр сучасних геодезичних приладів і програмних продуктів для обробки геопросторових даних, які випускаються фірмами Sokkia (Японія), Trimble, Laser Technology і Hewlett Packard (США), Leica (Швейцарія), FICO і Radiotection (Англія), HEDO (Німеччина), УОМЗ (Росія) та ін.

Якщо потрібно вивчити конфігурацію об'єкта і її зміну в часі, то використовують фотограмметричні і стереофотограмметричні методи, які передбачають використання для фотознімання досліджуваного об'єкта фототеодоліта або фотометричної камери [1, 3, 6]. У цьому випадку обробку знімків виконують в основному на спеціальних приладах – стереокомпараторах і за спеціальними програмами на комп'ютерах. Наприклад, при стереофотограмметричному способі фотографування

об'єкта в кожному циклі спостереження виконують з двох точок базису відомої довжини, в результаті чого отримують стереопари. Ретельно виконані вимірювання і відповідне врахування елементів орієнтування дозволяють визначити деформації споруди цими способами з середньою квадратичною похибкою не більше 1,0 мм.

Перевага фотограмметричних вимірювань полягає в тому, що на зображенні об'єкта можна отримати цифрову інформацію такої густоти, яку неможливо досягти при безпосередніх обмірах, особливо при наявності елементів складної геометричної форми (церква, собор тощо).

Цей метод можна застосовувати в тому випадку, коли об'єкт відкритий для фотографування з визначеної відстані, що не завжди можливо виконати.

Лазерне сканування дозволяє швидко отримати тривимірну просторову модель будинку чи споруди з однієї точки стояння без наступної камеральної обробки. В деяких випадках лазерне сканування поєднують з традиційним фотограмметричним зніманням, оскільки окремі деталі будинків складно відобразити в цифровій формі. Але лазерні сканери – коштовні прилади і для їх використання необхідно мати вільний простір перед досліджуванним об'єктом [3].

В геодезичному методі вимірювання виконують за допомогою теодолітів, тахеометрів, нівелірів, приладів вертикального проектування, ниткових висків тощо [1, 4, 5]. При цьому використовують способи бокового нівелювання, проектування нахиленим променем, ниткового виска. Усі ці способи використовують при висоті будинків до 9 поверхів і при відсутності в основному зовнішніх перешкод.

Спосіб оптичної вертикалі базується на використанні приладів вертикального проектування. Він використовується у вивірненні за вертикаллю висотних будинків і споруд баштового типу (радіо-телевежі, димові труби тощо). Прилади вертикального проектування випускають у двох модифікаціях: 1) оптичні (типу PZL); 2) лазерні (LVI).

Центрування над точкою виконують оптичним лазерним центриром, використовуючи прилади Зеніт ОЦП, ПЛ-1, ПОВП (Росія), Ротолан (США), LL132 (США, Німеччина), зеніт-прилад PZL підприємства «Карл Цейс Йена» (Німеччина) та ін. [1, 2, 6, 9].

Основними похибками оптичної вертикалі є:

- центрування;
- приведення візирної осі чи променя лазера у вертикальне (прямовисне) положення;
- візування;
- вплив зовнішніх умов.

Великий вплив на точність побудови оптичної вертикалі мають

зовнішні умови: бокова рефракція, коливання зображення, недостатня освітленість. Для послаблення впливу зовнішнього середовища особливо при роботі з високими спорудами треба вибирати для спостереження сприятливий час (хмарну погоду, ранок, вечір або ніч для лазерних приладів).

Вищезазначені методи вивчення фактичної просторової конфігурації експлуатованих споруд не вирішують поставлених задач для висотних споруд і особливо для випадків, коли для знімання є перешкоди, такі як: дерева, що ростуть поряд з будинком, близько розташовані інші будинки, балкони тощо). Крім того, при використанні приладів вертикального проектування для детального вивчення профілю висотних будинків і споруд завжди було проблемою прикладання горизонтально розміщеної рейки до конструкції (стіни) на різних висотах, особливо на великих.

Враховуючи вищесказане, в роботі пропонується новий спосіб вивірки геометричних параметрів експлуатованих будинків і споруд за вертикаллю з використанням розробленої (в принципі) конструкції, за допомогою якої рядом зі спорудою в натурі задається прямовисна лінія, що є носієм вимірювальних геодезичних приладів (рисунок). Вона складається з вертикально натягнутих тросів (або дротів), по яких переміщується рамка-шаблон 6 з приладом 5 для вимірювання відстані до споруди (віддалемір, лазерна рулетка тощо).

Щоб троси були паралельні між собою, вони пропускаються через отвори в чотирьох рамках-шаблонах.

Рамка-шаблон має форму рівнобічного трикутника, звареного із стержнів. У трикутнику розміщене кільце, центр якого відповідає геометричному центру трикутника (точка O).

Із чотирьох дві рамки зварені у формі решітчастої призми, яка служить платформою (основою) для розміщення вимірювальних приладів.

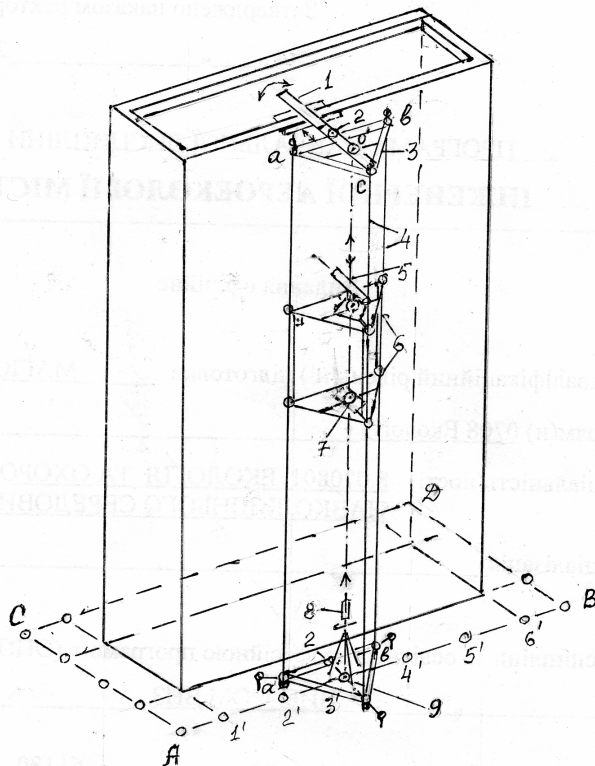
Інші дві рамки розміщують і закріплюють у нижній і верхній частинах досліджуваної споруди.

Перед вимірюванням на базисній лінії AB , закріплених на місцевості, розмічають створні точки (наприклад, точку $3\square$), з яких в подальшому проводяться спостереження. Над точкою $3\square$ встановлюють зеніт-прилад 8 і приводять його в робоче положення.

Верхню рамку-шаблон з жорстко з'єднаною з телескопічною штангою 1 закріплюють на споруді (парапеті, віконному прорізі тощо), попередньо розмістивши центр рамки (точка $O\square$) на одній вертикальній лінії з точкою $3\square$ місцевості 9 за допомогою зеніт-приладу 8.

Нижню рамку з вагами розміщують на землі. Після натягування тросів, що з'єднують ці рамки-шаблони, її точку O центрують над точ-

кою 3□ і фіксують за допомогою розтяжок так, щоб одна із сторін рамки (рисунок, *ав*) була паралельна базисній лінії *AB*. Крім того, нижню і верхню рамки горизонтують за допомогою круглого рівня 2.



Принципова схема вивірки відхилень точок стіни споруди від вертикалі за допомогою віддалеміра:

1 – кріпильна телескопічна штанга; 2 – круглий рівень; 3 – нерухома рамка-шаблон з точкою візування O □; 4 – вертикально натягнуті троси; 5 – безвідбивний світловіддалемір; 6 – пересувна решітчаста рамка-шаблон; 7 – нівелірна рейка; 8 – зеніт-прилад; 9 – точка 3□ базисної лінії *AB*.

Третю пересувну рамку-шаблон монтують на натягнуті троси і на неї встановлюють, центрують і закріплюють вимірювальний прилад, яким керують дистанційно. До рамки прикріплюють четвертий трос, за допомогою якого вона переміщається за вертикаллю.

Відстані від земної поверхні вимірюють лазерною рулеткою або приладом 8.

За результатами вимірів будують профіль споруди і роблять відповідні висновки.

При необхідності дослідження горизонтальних переміщень споруди або окремих її точок (наприклад, деформації місць сполучення панелей у збірних будинках), то точність вимірів відстаней необхідно максимально збільшити [2, 6, 9].

Щоб максимально знизити вплив можливого коливання системи тросів (на великій висоті) на результати вимірів відстаней, яке може виникнути під дією рухомих повітряних мас, необхідно на пересувній рамці додатково розмістити нівелірну рейку 7. Її початковий штрих необхідно сумістити з вертикальною віссю безвідбивного світловіддалеміра або лазерної рулетки. У цьому випадку необхідно одночасно брати відлік по шкалі нівелірної рейки за допомогою зеніт-приладу і вимірювати відстань віддалеміром до об'єкта (стіни). По можливості ці два вимірювання необхідно синхронізувати і враховувати при розрахунках остаточної відстані. Тоді можливе коливання системи тросів не вплине на точність кінцевих результатів вимірів.

Взагалі, точність отриманих вимірів буде залежати від точності і синхронності роботи використовуваних приладів, впливу зовнішнього середовища і висоти спостерігаємих точок споруди.

Враховуючи те, що всі похибки, які впливають на результати вимірювань, незалежні одна від одної, сумарну середню квадратичну похибку вимірювання відхилень точок від закріпленої вертикалі (прямовисної лінії), що проходить через закріплену на місцевості точку 3 – базисної лінії (рисунок), можна визначити за формулою

$$m_c = \sqrt{m_y^2 + m_{en}^2 + m_{zc}^2 + m_{ви}^2 + m_{си}^2 + m_{\epsilon}^2}. \quad (1)$$

У формулу (1) входять наступні середні квадратичні похибки (СКП): m_y – оптичного центрування зеніт-приладу; m_{en} – вертикального проектування за допомогою візирного або лазерного променя; m_{zc} – вплив зовнішніх умов: рефракції та руху повітряних мас; $m_{ви}$ – взяття відліку по шкалі нівелірної рейки; $m_{си}$ – суміщення початкового штриха рейки і вертикальної осі обертання світловіддалеміра; m_{ϵ} – вимірювання відстані від віддалеміра до об'єкта (стіни).

Похибка m_y оптичного центрування приладу над точкою в основному складає 0,5 мм.

Похибка m_{en} вертикального проектування залежить від приладів, які для цього використовують. Похибка, наприклад, приладів PZL з ком-

пенсатором складає 1/50000, тобто 1 мм на 50 м.

Похибка $m_{ви}$ взяття відліку по шкалі нівелірної рейки враховує: похибку на деяку неперпендикулярність рейки до променя візування, похибку поділок і похибку самого відліку, тобто його округлення.

Похибка m_e вимірювання відстані залежить від того, які віддалеміри використовують. В Україні використовують світловідалеміри СТ-5 «Блеск-2», 2СТ10, СП2 «Топаз» (Росія). Дальномір, який випускає фірма «Лейка» (Швейцарія), вимірює відстані до 50 м з похибкою 2 мм [1, 2].

Невеликі відстані ефективно вимірювати сучасними електронними тахеометрами [1-3]. Для вимірювання відстаней до 50-100 м з похибкою ± 3 мм використовують лазерні рулетки (фірм «Бош», «Лейка» тощо), які не потребують відбивача [1, 3].

Приклад. Вихідні дані: висота точки $h=80$ м, $m_y=0,5$ мм, $m_{ви}=2$ мм, $m_{си}=2$ мм.

Середня квадратична похибка вертикального проектування точки на висоту h визначається за формулою

$$m_{en} = \frac{m_h'' \cdot h}{\rho''} = \frac{4'' \cdot 80000}{206265} = 1,6 \text{ мм.}$$

Вплив зовнішнього середовища (вітру) потребує додаткових досліджень для запропонованої конструкції. В розрахунках приймаємо $m_{zc}=3,0$ мм.

Тоді сумарна середня квадратична похибка вимірювання відстані від вертикалі, проведеної через точку 3□ (рисунок), до вибраної точки споруди складе

$$m_c = \sqrt{0,5^2 + 1,6^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 5^2} = 6,7 \text{ мм.}$$

Отримані результати розрахунку точності вимірів відхилень споруди від вертикалі запропонованим нами способом відповідає п'ятому класу точності [7].

Для підвищення точності визначення геометричних параметрів споруди, в першу чергу, треба підбирати точніші світловідалеміри і проводити спостереження в більш сприятливий час (хмарну тиху погоду тощо) [2, 3, 6, 9].

Досвід будівництва Останкінської телевежі показав, що при висоті споруд більше 100-130 м вплив зовнішніх умов на положення вертикального оптичного променя візування значний. У таких випадках, якщо є можливість, виміри відхилень точок споруди від вертикалі треба вико-

нувати ступенево.

Якщо потрібні вимірювання проводити через визначений проміжок часу з фіксованих (базисних) точок, то можна визначити величину горизонтальних деформацій стін споруди, що є важливим для прогнозування ступеня стійкості її в цьому напрямку.

Для виявлення тріщин в місцях сполучення панелей збірних будинків та дослідження їх розкриття можна використати універсальну фотографметричну камеру НМК 10/1318 або малоформатну (8х8) стереокамеру SMK 55/0908/40 [3], встановивши їх на пересувну рамку-шаблон і виконуючи в потрібних місцях локальні зйомки.

1. Войтенко С.П. Инженерная геодезия / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 557 с.
2. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Ч.ІІ. Електронні геодезичні прилади. – Львів: ІЗМН, 2000. – 324 с.
3. Перфилов В.Ф., Скогорева Р.Н., Усова Н.В. Геодезия. – М.: Высш. шк., 2006. – 350 с.
4. Андреева Ф.В., Борисенков Б.Г., Бузятков В.Г., Сытник В.С. Геодезическое обеспечение жилищно-гражданского и промышленного строительства. – М.: Недра, 1988. – 270 с.
5. Справочное пособие по прикладной геодезии / В.Д. Большаков, Г.П. Левчук, Е.Б. Ключин и др.; под ред. В.Д. Большакова. – М.: Недра, 1987. – 543 с.
6. Справочник геодезиста. Кн.2 / Под ред. В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. – М.: Недра, 1985. – 440 с.
7. ГОСТ 21779-82. Технологические допуски.
8. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве.
9. Захаров А.И. Геодезические приборы. – М.: Недра, 1989. – 314 с.

Отримано 30.10.2011

УДК 666.81.84

Т.В.РАПИНА, К.А.РАПИНА, кандидаты техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ВОДОСТОЙКОСТИ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Проведен анализ процессов твердения водостойких гипсовых вяжущих, который позволил подтвердить, что для обеспечения водостойкости и увеличения прочности гипсовых вяжущих обязательным условием является формирование электрогетерогенных контактов между частицами, образующимися в результате твердения вяжущего.

Проведено аналіз процесів твердіння водостійких гіпсових вяжучих, який дозволив підтвердити, що для забезпечення водостійкості і збільшення міцності гіпсових вяжучих обов'язковою умовою є формування електрогетерогенних контактів між частками, що утворюються в результаті твердіння вяжучого.

The analysis of the processes of hardening water-resistant gypsum binder, which has confirmed that in order to increase the strength and water resistance of gypsum binders is a prerequisite for the formation of contacts between particles electro-heterogeneous interaction as a result of hardening of binder.